

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
~~Image Problem Mailbox.~~**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DOCKET NO.: 218239 US

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Normand BEDARD, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/CA00/00722

INTERNATIONAL FILING DATE: June 15, 2000

FOR: INFRARED HEATER WITH ELECTROMAGNETIC INDUCTION

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

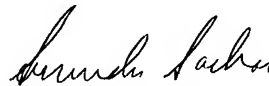
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Canada	2,277,885	16 July 1999

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/CA00/00722

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 1/97)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Office de la propriété  
intellectuelle  
du Canada

Un organisme  
d'Industrie Canada

Canadian  
Intellectual Property  
Office

An Agency of  
Industry Canada

PCT / CA 00/00722

10/030990

10 JUL 2000 (10.07.00)

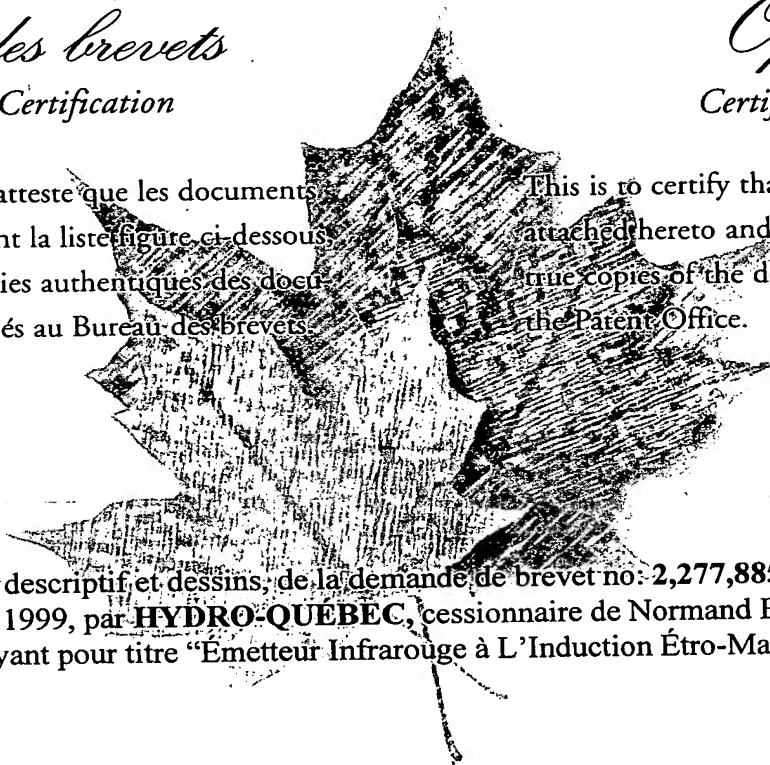
*Bureau canadien  
des brevets  
Certification*

*Canadian Patent  
Office  
Certification*

REC'D 21 JUL 2000	
CIPO	PCT

La présente atteste que les documents  
ci-joints, dont la liste figure ci-dessous,  
sont des copies authentiques des docu-  
ments déposés au Bureau des brevets.

This is to certify that the documents  
attached hereto and identified below are  
true copies of the documents on file in  
the Patent Office.



CA 00/00722

E J K W

Mémoire descriptif et dessins, de la demande de brevet no: 2,277,885, tels que déposés, le  
16 juillet 1999, par **HYDRO-QUEBEC**, cessionnaire de Normand Bédard et Michel  
Dostie, ayant pour titre "Émetteur Infrarouge à L'Induction Étro-Magnétique".

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

*L. Lachance*  
Agent certificateur/Certifying Officer

10 juillet 2000

Date

Canada

(CIPO 68)

OPIC



CIPO

## ABRÉGÉ DESCRIPTIF

L'émetteur est constitué d'un matériau répondant à l'induction et capable de soutenir des hautes températures. Il comporte de plus au moins une épaisseur d'isolant de très faible conductivité thermique, notamment un isolant basse température et un isolant haute température, cette épaisseur étant adossée au matériau. Un inducteur est adjacent aux épaisseurs d'isolants et est séparé du matériau par ces derniers. Le matériau est constitué d'une matrice permettant le chauffage et comporte des fibres de carbone.

## Émetteur infrarouge à l'induction électromagnétique

L'invention concerne un émetteur infrarouge à induction électromagnétique. Plus particulièrement, l'invention est relative à un  
5 dispositif permettant l'émission de rayonnement infrarouge, lequel dispositif est alimenté à l'électricité au moyen d'un inducteur, et caractérisé par un choix de matériau pour l'émetteur qui permet de soutenir de hautes températures et d'atteindre de hautes densités de  
puissance de rayonnement de type moyen.

10 Dans la plupart des nombreuses applications de l'infrarouge électrique, la densité de puissance requise par le procédé est relativement faible. Par contre, certains procédés comme le séchage de papier couché dans le secteur des pâtes et papiers requièrent l'utilisation de technologies à très haute densité de puissance. Cet impératif vient du fait  
15 que les machines font défiler la feuille de papier à de grandes vitesses et que la charge d'évaporation est relativement élevée.

La grande part des applications de l'infrarouge en pâtes et papiers concerne le séchage d'enductions. L'infrarouge est utilisé pour le séchage de couches sur la feuille de papier principalement depuis 1985  
20 [Bédard, N., *Evaluation of the Performance of Electric Emitters and Radiant Gas Burners*, CEA report n° 9321 U 986, 1996]. Le système infrarouge est placé directement en aval de la coucheuse, ce qui permet de "saisir" la sauce sur son support de papier. Cette technique constitue maintenant la norme car elle permet une excellente qualité de produit et  
25 des vitesses de défilement élevées. La haute densité de puissance permet aussi de réaliser des installations sur des machines existantes, où l'espace est limité.

La quasi-totalité des premiers systèmes infrarouges installés sur des machines à "coucher" le papier étaient alimentés à l'électricité: ils

étaient essentiellement constitués de lampes à haute intensité (émettant une lumière blanche très vive). Mais peu à peu, une technologie infrarouge gaz concurrente a émergé et est venue prendre une part toujours grandissante du marché. Aujourd'hui, la majorité des nouveaux  
5 systèmes infrarouges installés dans le secteur des pâtes et papiers sont alimentés au gaz naturel. Différentes technologies sont offertes : plaquettes céramiques trouées, matrices de fibres céramiques ou de fibres métalliques, céramique réticulée et autres.

La raison première du succès de la technologie infrarouge gaz est  
10 naturellement le prix brut de cette source d'énergie. Le rapport entre le prix du gaz et celui de l'électricité dans les grandes entreprises est d'environ 1 à 3 au Québec et peut aller jusqu'à 1 à 5 et même davantage aux États-Unis. La robustesse physique des radiants à gaz est aussi appréciée face aux lampes à haute intensité, réputées assez fragiles.

15 Souvent, le prix plus élevé de l'électricité face au gaz est compensé par une meilleure efficacité des technologies électriques. Si on ne considère que le rendement de rayonnement, c'est-à-dire la puissance de rayonnement total sur la puissance consommée, on pourrait conclure que c'est le cas dans le domaine de l'infrarouge appliqué aux pâtes et  
20 papiers. En effet, ce rendement est typiquement de 80% pour les unités à infrarouge court et de 45% pour les radiants à gaz. Ces valeurs ont d'ailleurs été précisément mesurées sur un même banc d'essai dans le cadre d'un important projet de l'Association Canadienne de l'Électricité [idem]. Mais ce rendement ne considère pas ce qui se passe au niveau du  
25 papier, car la part vraiment utile de la puissance consommée est ce qui se retrouve effectivement à l'intérieur du papier couché. Les propriétés d'absorption du papier et de la sauce d'enduction doivent donc être prises en considération. Or, ces propriétés varient selon certaines gammes de longueurs d'onde.



La température d'émission des radiants à gaz se situe entre 900 et 1150°C: le rayonnement est donc de type "moyen", c'est-à-dire dans les longueurs d'ondes identifiées à l'infrarouge moyen (plus de 85% de la puissance rayonnée entre 1 et 6 m). Elles offrent des densités de  
 5 puissance de rayonnement de 100 à 160 kW/m<sup>2</sup>. Les émetteurs électriques à lampe (dont le filament est porté à 2200°C) rayonnent davantage dans l'infrarouge de type court (plus de 85% de la puissance rayonnée entre 0 et 2.5 m). et offrent des densités de puissance pouvant dépasser 300 kW/m<sup>2</sup>.

10 Il est généralement reconnu que l'infrarouge de type « moyen » est mieux adapté au séchage du papier et des saucés de couchage à cause du couplage approprié de leurs propriétés d'absorption spectrales avec le spectre d'émission [Pettersson M., Stenstrom S., *Absorption of Infrared Radiation and the Radiation Transfer Mechanism in Paper, Part II:*  
 15 *Application to Infrared Dryers.*, Journal of Pulp and Paper Science: Vol. 24 N° 11, November 1998]. L'avantage du meilleur rendement de rayonnement des systèmes électriques à lampes est donc diminué, et conséquemment celui de la densité de puissance.

La réponse évidente à ce problème est bien sûr l'infrarouge  
 20 électrique de type moyen (donc avec une température de rayonnement autour de 1100°C), déjà très utilisé dans de nombreux domaines (textile, plastique, agro-alimentaire). Mais la technologie actuelle ne permet pas d'atteindre la densité de puissance de rayonnement des radiants à gaz : au plus 80 kW/m<sup>2</sup> du côté électrique comparé à 150 kW/m<sup>2</sup> du côté gaz.  
 25 Cette absence de compétition de type à rayonnement moyen du côté électrique laisse toute la place aux systèmes gaz. Ce faisant, la technologie à gaz accapare le marché important du séchage infrarouge en pâtes et papiers au niveau nord-américain (300 MW en 1995) et mondial (plus de 1000 MW). Une technologie infrarouge électrique

permettant d'atteindre des densités de puissance équivalentes aux radiants gaz dans l'infrarouge moyen serait donc la bienvenue. Qui plus est, le marché est en demande de densités de puissance encore supérieures: l'émergence d'une technologie électrique infrarouge de type  
5 moyen de très haute densité de puissance ouvrirait des horizons particulièrement attrayants. La disponibilité d'une telle technologie serait d'autant plus intéressante que le rendement des radiants à gaz diminue avec la température d'émission, donc avec la densité de puissance, de façon inextricable [Douspis, M., Robin, J.-P., « Les brûleurs radiants à  
10 gaz », document CERUG 86.05]: une technologie électrique d'une densité de puissance de rayonnement d'au-delà de 200 kW/m<sup>2</sup> serait alors très compétitive (à une densité de puissance équivalente, les radiants à gaz ont un rendement de rayonnement de moins de 35%).

— Ainsi que nous le verrons plus loin la présente technologie  
15 électrique en infrarouge de type moyen est limitée en densité de puissance et la présente invention a donc pour objet de repousser ces limitations.

Typiquement, une source infrarouge est constituée d'un corps solide qui est porté à une température telle qu'il émet un rayonnement  
20 électromagnétique de type infrarouge. Les émetteurs infrarouges électriques impliquent le passage d'un courant direct dans une résistance, habituellement un fil métallique. Le chauffage est donc effectué par effet Joule (conduction électrique directe).

La densité de puissance d'un émetteur constitué d'un fil  
25 métallique est limitée pour plusieurs raisons. Les fils métalliques ont une faible résistivité électrique et ne peuvent dépasser une température de 1300°C. Pour obtenir une résistance adéquate (i.e. suffisamment élevée pour impliquer des courants raisonnables), il faut diminuer le diamètre ou augmenter la longueur du fil. Or la durée de vie diminue fortement

avec le diamètre du fil : il faut donc préféablement augmenter la longueur du fil, ce qui est réalisé en façonnant un boudin. Mais alors, une certaine distance entre spires d'un même boudin et entre les rangées de boudins doit être respectée sous peine de produire des points chauds.

5 Cette exigence limite derechef la densité de puissance.

De plus, il est souvent impératif de recouvrir les boudins d'une matière les isolant de l'environnement, tant du point de vue thermique (afin de limiter les pertes par convection à l'air ambiant) qu'électrique (pour des raisons de sécurité). Les fils boudinés sont alors encastrés ou  
10 insérés dans une matière transparente ou non au rayonnement infrarouge.

Lorsqu'il s'agit d'une matière opaque à l'infrarouge, la chaleur doit se transmettre du fil métallique interne à l'enveloppe externe par conduction directe. C'est alors cette enveloppe qui émet le rayonnement infrarouge et celle-ci se maintient obligatoirement à plus basse  
15 température que le fil interne lui-même. Dans le cas des tubes rayonnants ("tubular heaters"), une matière non-conductrice de l'électricité (habituellement un oxyde) doit être insérée entre la résistance et l'enveloppe, ce qui limite le transfert de chaleur et crée un fort gradient de température. La densité de puissance est donc davantage  
20 limitée que pour un boudin à nu.

Lorsqu'une matière transparente au rayonnement infrarouge (habituellement du quartz) est utilisée pour contenir le boudin, le rayonnement provient du boudin lui-même mais passe directement au travers du quartz. Le boudin métallique se trouve alors protégé des  
25 mouvements de l'air environnant: les pertes par convection sont donc diminuées. La densité de puissance des sources infrarouges à fils boudinés encastrées dans des plaques ou insérés dans des tubes de quartz est la plus élevée parmi les sources infrarouges électriques de type

moyen mais demeure en deçà de  $100 \text{ kW/m}^2$ , procurant moins de  $80 \text{ kW/m}^2$  en rayonnement.

Pour leur part, les sources à lampes à infrarouge court sont caractérisées par une très forte densité de puissance, car le fil de tungstène à l'intérieur des lampes est porté à très haute température (2200°C): mais comme nous l'avons vu, ce niveau de température implique que l'émission est plutôt de type court, ce qui amène les désavantages déjà mentionnés. De plus, le fil de tungstène doit être enfermé dans un tube scellé pour éviter son oxydation rapide.

Il est à noter que parmi tous les métaux, aucune technologie actuelle aucun ne permet d'aller au-delà de  $1300^\circ\text{C}$  en atmosphère oxydante sur une période de temps très longue (en termes d'années). Le seul alliage métallique capable de relativement bien soutenir ce niveau est composé de Fer-Chrome-Aluminium et est manufacturé principalement par la société Kanthal (sous le nom Kanthal A1). D'ailleurs, ses propriétés mécaniques sont très affaiblies à cette température.

Un autre moyen d'augmenter la densité de puissance est d'agrandir la surface réelle d'émission en utilisant une surface étendue et non plus un fil boudiné. Une configuration en plaque pleine et étendue permet d'augmenter la surface d'émission. Théoriquement, si on parvenait à chauffer une surface pleine de Kanthal A1 à  $1300^\circ\text{C}$  de façon relativement uniforme, la densité de puissance de rayonnement serait très élevée (au-delà de  $300 \text{ kW/m}^2$ ). La difficulté est de faire passer le courant partout dans cette surface. En conduction directe, il est très difficile de réaliser un chauffage uniforme, car le courant passe par le chemin «électrique» le plus court. Pour faire passer le courant partout entre les bornes de tension, il faut découper plusieurs traits dans la plaque, ce qui pose des problèmes de tenue mécanique et de

concentration locale de courant. Certains moyens ont été évalués et testés par la demanderesse mais plusieurs problèmes ont amené à remettre en question l'utilisation de la conduction électrique directe: uniformité de chauffage, tension d'alimentation, dilatation thermique, 5 solidité mécanique, pertes thermiques par les contacts, et autres.

Suite à cette remise en question, la demanderesse a songé à faire intervenir l'induction électromagnétique: plutôt que de faire passer le courant directement dans une résistance, le chauffage peut alors s'effectuer par courants de Foucault induits par un conducteur 10 physiquement découplé de la matière chauffée. De plus, le matériau dans lequel ces courants sont développés peut être autre que le métal constituant le fil à boudins des sources infrarouges conventionnelles.

L'utilisation de l'induction plutôt que la conduction directe permet donc de régler de nombreux problèmes techniques.

15 Le choix du matériau constituant la surface émettrice constitue l'aspect déterminant. Ce matériau doit d'être en mesure de supporter des températures très élevées, bien au-delà du point de Curie de tous les matériaux ayant des propriétés magnétiques. Seule la résistivité intervient donc sur le plan électromagnétique. D'autre part, la 20 demanderesse a pu identifier une gamme de résistivité de matériaux et de fréquences d'alimentation résultant en un rendement électrique excellent et un facteur de puissance relativement bon, deux conditions pour que l'induction puisse être utilisée comme moyen de chauffage à la base d'un système infrarouge. Il est possible de transférer une puissance 25 très élevée (au-delà de 50 kW pour une plaque de 0,16 m<sup>2</sup>) en générant un champ électrique typique, à une tension d'alimentation raisonnable. Le chauffage est relativement uniforme, quoique les courants générés dans la plaque chauffante soient une l'image de la configuration de l'inducteur, qui est en forme circulaire ("pancake"): les quatre coins de la

plaque sont donc plus froids, ainsi que le centre. Toutefois, ce concept permet d'éviter les problèmes de points chauds et de pertes par les connexions associés à la conduction électrique directe.

Le matériau constituant la surface émettrice se doit d'être en mesure de supporter des températures et des contraintes thermomécaniques très grandes. Les métaux constituant les fils résistifs des sources infrarouges se caractérisent par des propriétés mécaniques très affaiblies au voisinage de 1300 °C. Ils ne pourraient donc constituer la plaque rayonnante.

Une solution étudiée a été d'utiliser des céramiques conduisant l'électricité, notamment le carbure de silicium de type « réaction bounded ». Certaines variantes de ce matériau contiennent une certaine part de silicium libre permettant un chauffage par induction électromagnétique à quelques dizaines de kilohertz. Le chauffage par induction de plaques d'un pied carré a montré un bon couplage électromagnétique mais a systématiquement conduit à des bris de nature thermomécanique. Il appert que les matériaux céramiques de type monolithique ne sont pas appropriés : d'une part parce que les contraintes thermomécaniques engendrées par un chauffage intense et imparfaitement uniforme sont de l'ordre de leur résistance mécanique ultime ; d'autre part, les procédés actuels de fabrication de grandes plaques en céramique monolithique engendrent des contraintes résiduelles importantes.

En définitive, la demanderesse a constaté, comme d'autres, que les céramiques même les plus performantes comme le carbure de silicium souffrent de fragilité aux chocs mécaniques et thermomécaniques.

Une solution relativement récente à ce problème traditionnel est d'insérer des fibres dans la matrice de céramique, pour constituer une «

Ceramic Matrix Composite » (CMC). Le fait d'incorporer des fibres permet d'accroître la force du matériau et élimine le danger de brisure selon un processus catastrophique: les fibres empêchent le développement rapide de microfissures [Wessel J.K., *Breaking Tradition*  
 5 *With Ceramic Composites Offer New Features that Traditional Ceramics Lack*), Chemical Engineering, pp 80 - 82, October 1996].

Dans un effort d'amélioration, il y a quelques années, on a développé un type particulier de composite céramique, soit les "Continuous Fiber Ceramic Composites" (CFCC), dont la fabrication  
 10 implique des techniques comme le CVI (Chemical Vapor Infiltration) et le CVD (Chemical Vapor Deposition).

Les CFCC constituent donc une solution au problème traditionnel de fragilité des céramiques. Ils peuvent fonctionner à haute température, subir des chocs thermiques, et ont une durée de vie importante. Ces  
 15 atouts en font des candidats idéaux pour servir de base d'un système infrarouge à haute densité de puissance. Par contre, la plupart des CFCC ne conduisent pas l'électricité, et ne sont donc pas susceptibles d'être chauffés par induction électromagnétique. La demanderesse a constaté que les CFCC comportant des fibres de carbone (C/SiC) conduisent  
 20 suffisamment l'électricité pour être efficacement chauffés par induction électromagnétique.

D'autre part, d'autres matériaux faisant l'objet de développements continus sont les composites carbone/carbone, ayant eux aussi une très grande résistance aux chocs thermiques. Ils sont  
 25 toutefois limités en température car ils s'oxydent au-delà de 600 °C. Ils doivent donc être recouverts d'une couche protectrice externe, ce qui fait l'objet de beaucoup de travaux à travers le monde. La demanderesse a vérifié l'excellente réponse au chauffage par induction

électromagnétique d'une plaque C/C recouverte d'une couche de carbure de silicium.

Toutefois, la tenue du revêtement anti-oxydation à haute température des composites C/C sur une période prolongée (années)  
5 reste un problème technologique jusqu'à maintenant [Bédard N., *Développement d'un émetteur infrarouge à haute densité de puissance - Rapport d'activités 1998*, LTEE-RT-0096/1998]. La résolution de ce problème ouvrirait alors la porte sur un horizon immense, car le composite C/C lui-même garde d'excellentes propriétés mécaniques  
10 jusqu'au delà de 2000 °C. Cette température impliquerait des densités de puissance dépassant le millier de kilowatt au mètre carré !

L'invention a pour objet de produire une surface rayonnante simplement constituée d'un matériau approprié, d'une taille et d'une forme appropriées, et dont les caractéristiques électriques, mécaniques et  
15 thermiques sont adéquatement choisies.

Un autre objet de l'invention est de recourir à l'induction, ce qui permet d'utiliser des matériaux non métalliques et d'obtenir un bon rendement électrique.

L'invention a aussi pour objet d'atteindre une température limite  
20 supérieure à celle des métaux à base de Fe - Cr - A, qui est de 1300°C, et même de passer au-delà de 1400°C.

Un autre objet de l'invention est d'utiliser un matériau composite possédant une résistivité électrique relativement faible, afin de répondre au chauffage par induction.

25 Un autre objet de l'invention est d'atteindre des densités de puissances de plus de 200 kW/m<sup>2</sup> en infrarouge moyen en utilisant un émetteur selon l'invention.

L'invention a aussi pour objet d'utiliser un matériau répondant à l'induction électromagnétique et capable de soutenir les conditions



d'opération mentionnées, notamment afin de répondre au chauffage par induction.

Un autre objet de l'invention est de proposer comme matériau d'émetteur, des céramiques composites qui ne souffrent pas des  
5 désavantages des céramiques de type monolithique.

Afin de surmonter les désavantages décrits ci-dessus, la demanderesse a mis au point un émetteur infrarouge comportant une surface constituée d'un matériau répondant à l'induction et capable de soutenir des hautes températures, au moins une épaisseur d'isolant de  
10 très faible conductivité thermique adossée à ladite surface, un inducteur adjacent aux épaisseurs d'isolants et séparé de ladite surface par ces derniers, ainsi qu'un concentrateur de champ adjacent à l'inducteur. Le matériau répondant à l'induction peut par exemple être constitué d'une matrice permettant le chauffage par induction et comportant des fibres  
15 de carbone.

Selon une réalisation préférée, la surface répondant à l'induction est sous forme de plaque, laquelle peut être choisie parmi les matériaux composites, notamment de type CFCC et carbone/carbone.

Selon une autre réalisation préférée, la surface répondant à  
20 l'induction peut être une couche mince accolée à une plaque.

Selon une réalisation préférée, la surface doit être capable d'être portée à une température d'au moins 1300°C, et d'engendrer une densité de puissance de rayonnement dépassant 250 kW/m<sup>2</sup>.

Selon une autre réalisation, l'isolant est constitué d'une épaisseur  
25 d'un isolant basse température et d'une épaisseur d'un isolant haute température.

D'autre part, l'inducteur peut comporter un inducteur constitué d'un tube de cuivre refroidi à l'eau, ou peut aussi comporter des câbles de Litz.

Selon une autre réalisation, le concentrateur de champ est juxtaposé à l'inducteur.

Selon une application pratique, la plaque possède une épaisseur se situant entre environ 1 mm et 5 mm.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs d'une réalisation illustrée dans les dessins annexés, dans lesquels

la figure 1 est une vue en plan d'un émetteur infrarouge à induction, selon l'invention, et

10 la figure 2 est une coupe prise selon A' - A" de la figure 1.

En se référant aux dessins, on verra que la configuration de base d'un émetteur selon l'invention est simple. On retrouve une surface rayonnante plane 5 d'un matériau répondant à l'induction et soutenant de hautes températures. Un matériau préféré constituant la surface  
15 rayonnante plane sera décrit en détail plus bas. Cette surface plane est adossée à un isolant haute température 4. Surmontant cet isolant haute température 4, on retrouve un isolant basse température 3. Il est entendu que la nature des isolants 3,4 variera selon les besoins et le choix particulier des matériaux constituant sera laissé à l'homme de l'art. De  
20 l'autre côté des deux isolants 3,4 est placé un inducteur 2 constitué dans le cas illustré d'un tube de cuivre refroidi à l'eau, bien connu de l'homme de l'art. On pourrait tout aussi bien utiliser un câble de Litz ou tout autre inducteur, selon le choix de l'homme de l'art. L'inducteur est enroulé sur lui-même dans un plan. Enfin, un concentrateur de champ 1 est  
25 juxtaposé à la tubulure spiralée (figure 1). Comme on le verra sur la figure 2, l'émetteur infrarouge est placé pour transmettre un rayonnement sur une feuille de papier 6.

La demanderesse a découvert qu'un CFCC comportant des fibres de carbone permet d'obtenir une plaque étendue à haute température

- produisant un rayonnement infrarouge de type moyen à une forte densité de puissance. Des essais ont permis de constater que les fibres de carbone, qui sont au sein d'une matrice de carbure de silicium, permettent un chauffage par induction à des fréquences de quelques
- 5 dizaines de kilohertz. Des essais de simulation et des essais sur un prototype ont montré qu'il serait possible de transférer la puissance avec une très bonne efficacité électrique. Sur le plan thermomécanique, il a été possible de constater que ce composite possède des propriétés excellentes. Une plaque fabriquée en CFCC de la compagnie
- 10 AlliedSignal Composites présentait une planéité parfaite et une bonne apparence d'uniformité. Un chauffage par induction de nature très exigeante n'a conduit à aucun bris, déformation ni réduction de la rigidité mécanique. Le couplage électromagnétique a aussi été confirmé excellent.
- 15 En résumé, l'invention consiste à chauffer une plaque d'un matériau spécifique par induction électromagnétique, laquelle plaque est portée à haute température et, conséquemment, émet un rayonnement infrarouge. La température principale de la plaque est d'environ 1300°C, ce qui en fait une source de type à infrarouge moyen, donc appropriée au
- 20 séchage d'enduction sur papier. A cette température, et tenant compte de l'émissivité du matériau constituant, la densité de puissance de rayonnement dépasse 250 kW/m<sup>2</sup>, ce qui ferait plus que doubler la densité de puissance de rayonnement de la plupart des radiants à gaz actuels.
- 25 Cette densité de puissance très élevée constitue l'atout essentiel d'un tel système. Cela se traduit en une surface occupée réduite de moitié pour une même puissance installée. En plus, le concept se caractérise par un encombrement vertical très réduit par rapport aux technologies gaz et électriques actuels : ceci est dû à l'absence de conduites d'amenée d'air

de combustion et de gaz (en référence aux radiants à gaz) ou d'air de refroidissement des connecteurs (en référence à la technologie infrarouge court à lampes). Le nouveau concept permet donc la réduction de l'espace occupé à la fois horizontalement et verticalement.

- 5 L'encombrement vertical réduit peut permettre de placer des sources IRHD/induction de part et d'autre de la feuille de papier, ce qui augmenterait encore davantage la densité de puissance.

- Outre le domaine des pâtes et papiers, la technologie IRHD pourrait aussi trouver des applications très intéressantes dans le domaine
- 10 de la métallurgie et du verre. En métallurgie, les fours à haute température présentement chauffés par des tubes rayonnants pourraient être avantageusement remplacés par des plaques chauffées par induction. Ces plaques tapisseraient alors les parois internes du four et permettraient une très grande capacité de chauffage, et donc de
- 15 production. Dans l'industrie du verre, la densité de puissance en infrarouge de type moyen est très recherchée.

## REVENDICATIONS

1. Émetteur infrarouge comprenant une surface constituée d'un matériau répondant à l'induction et capable de soutenir des hautes  
5 températures, au moins une épaisseur d'isolant de très faible conductivité thermique adossée à ladite surface, un inducteur adjacent aux épaisseurs d'isolants et séparé de ladite surface par ces derniers, et un concentrateur de champ adjacent à l'inducteur .
- 10 2. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface répondant à l'induction est sous forme de plaque.
3. Émetteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite plaque est choisie parmi les matériaux composites.
- 15 4. Émetteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite plaque est choisie parmi les matériaux composites de type CFCC et carbone/carbone.
- 20 5. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface répondant à l'induction est une couche mince accolée à une plaque.
6. Émetteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite surface est capable d'être portée à une température d'au moins 1300°C, et  
25 d'engendrer une densité de puissance de rayonnement dépassant 250 kW/m<sup>2</sup>.

7. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'isolant est constitué d'une épaisseur d'un isolant basse température et d'une épaisseur d'un isolant haute température.
- 5 8. Émetteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'inducteur comporte un tube de cuivre refroidi à l'eau.
9. Émetteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'inducteur comporte un câble de Litz.
- 10 10. Émetteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le concentrateur de champ est juxtaposé au dit inducteur.
11. Émetteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite plaque possède une épaisseur se situant entre 1 mm et 5 mm.
- 15 12. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau est constitué d'une matrice permettant le chauffage et comportant des fibres de carbone.

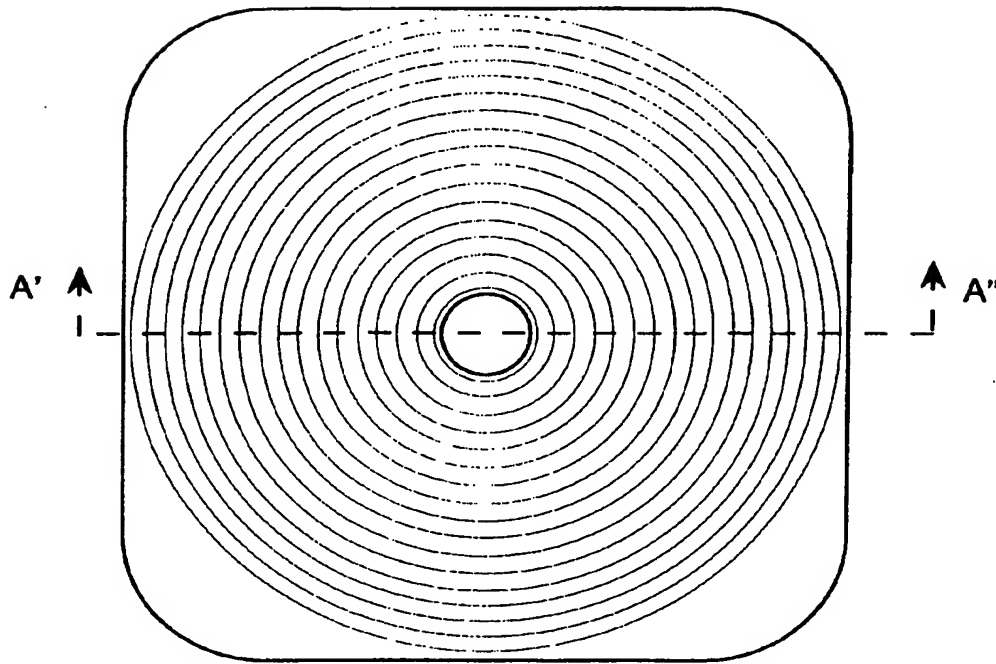


FIG. 1

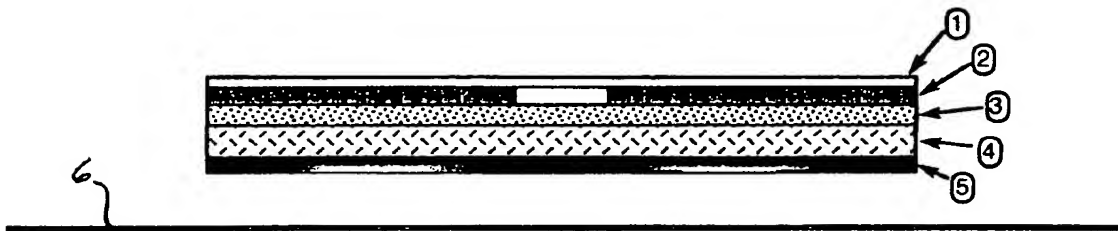


FIG. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**